

W 984

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-085437

(43)Date of publication of application : 31.03.1997

(51)Int.Cl.

B23K 9/013

B23K 9/00

(21)Application number : 07-246161

(71)Applicant : NATL RES INST FOR METALS

(22)Date of filing : 25.09.1995

(72)Inventor : KONNO TAKESHI  
EGASHIRA MITSURU  
SHINTANI NORIO

### (54) PRODUCTION OF MICRO PART/MICRO STRUCTURE BY MICROPROBE

#### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To precisely and simply produce a micro part by operating, joining, welding, fabricating a metal micro object with a same microprobe in a same system in air atmosphere or inert atmosphere.

**SOLUTION:** In a method to produce a micro part/micro structure by operating, joining, welding, fabricating a metal micro object with a same microprobe, by impressing voltage to between a microprobe and conductive substrate, static electric force is generated between a microprobe and a micro metal object, in the state that by this static electric force a metal micro object is attracted/ held to a microprobe, moved/arranged to an arbitrary position and brought into contact with a conductive substrate, arc discharging is generated between a conductive substrate and a metal micro object, the metal micro object is joined to the conductive substrate or other metal micro object. Further, by generating arc discharging between the conductive substrate and the metal micro object, the metal micro object or the conductive substrate is subjected to micro fabrication by spattering or fusing.

#### LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 26.09.1995

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2653424

[Date of registration] 23.05.1997

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

w984

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-85437

(43) 公開日 平成9年(1997)3月31日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 3 K 9/013			B 2 3 K 9/013	Z
9/00	1 0 1		9/00	1 0 1 Z

審査請求 有 請求項の数 3 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平7-246161

(22) 出願日 平成7年(1995)9月25日

(71) 出願人 390002901

科学技術庁金属材料技術研究所長  
茨城県つくば市千現一丁目2番1号

(72) 発明者 今野 武志

茨城県つくば市千現1丁目2番1号 科学  
技術庁金属材料技術研究所内

(72) 発明者 江頭 満

茨城県つくば市千現1丁目2番1号 科学  
技術庁金属材料技術研究所内

(72) 発明者 新谷 紀雄

茨城県つくば市千現1丁目2番1号 科学  
技術庁金属材料技術研究所内

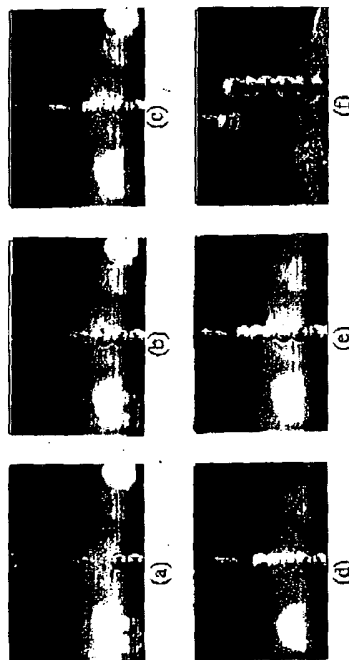
(54) 【発明の名称】 マイクロプローブによる微小部品・微小構造物の作製方

法

(57) 【要約】

【課題】 金属微小物を操作、接合・溶接、加工することにより微小部品を作製することを、同一システムにおいて同一マイクロプローブにより、さらには大気雰囲気中または不活性雰囲気中において、精度良く簡便に行う。

【解決手段】 マイクロプローブを用いることにより金属微小物を操作、接合、加工することにより微小部品・微小構造物を作製する方法であって、マイクロプローブと導電性基板との間に電圧を印加してマイクロプローブと金属微小物間に静電気を発生させ、この静電気力により金属微小物をマイクロプローブに吸着、保持して任意の位置に移動、配置し、マイクロプローブと金属微小物と導電性基板とを接触させた状態において、導電性基板と金属微小物間にアーク放電を発生させて金属微小物を導電性基板または他の金属微小物に接合する。またマイクロプローブと金属微小物または導電性基板間にアーク放電を発生させてスパッタリングまたは溶融により金属微小物または導電性基板を微細加工する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 マイクロプローブにより金属微小物から微小部品・微小構造物を作製する方法であって、導体マイクロプローブと導電性基板との間に電圧を印加することにより発生させた静電気力により金属微小物をマイクロプローブに吸着・保持して所定位置に移動し、マイクロプローブと金属微小物と導電性基板とを接触させた状態において、高電圧を印加してアーク放電を発生させ、このアーク放電により金属微小物を導電性基板または他の金属微小物に接合することを特徴とするマイクロプローブによる微小部品・微小構造物の作製方法。

【請求項2】 請求項1の方法に続いて、マイクロプローブと金属微小物を離れた状態において、マイクロプローブと金属微小物または導電性基板間にアーク放電を発生させ、このアーク放電によるスパッタリングもしくは溶融により金属微小物を微細加工することを特徴とするマイクロプローブによる微小部品・微小構造物の作製方法。

【請求項3】 マイクロプローブにより微小部品・微小構造を作製する方法であって、導体マイクロプローブと導電性基板を離れた状態において、マイクロプローブと導電性基板間にアーク放電を発生させ、このアーク放電によるスパッタリングもしくは溶融により導電性基板の微小域を微細加工することを特徴とするマイクロプローブによる微小部品・微小構造物の作製方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、マイクロプローブによる微小部品・微小構造物の作製方法に関するものである。さらに詳しくは、この発明は、金属微小物を同一のマイクロプローブにより連続して操作、接合および加工することのできる、3次元微小構造物、微小電子部品、精密機械部品などの組立、作製、補修などに有用な、マイクロプローブによる微小部品・微小構造物の作製方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術とその課題】近年、3次元微小構造物、微小電子部品、精密機械部品などの組立や作成のための、ミクロンスケールの微小物を操作、接合、加工することのできる技術への要求が高まっている。従来より、微小物の操作、接合、加工の方法には様々なものが知られており、たとえば、微小物を操作して任意の位置に配置する方法としては、マイクログリッパ方式や微小管を用いた吸引方式などの機械的な方法やSTMを用いた方法などがあり、微小物を接合する方法としては、エレクトロニクス実装技術としてマイクロソルダリング方法が知られており、また、微小物を加工する方法としては、電子ビームやレーザービームなどによる方法が知られている。

【0003】しかしながら、これらの従来の方法では、

1 $\mu$ m～100 $\mu$ m程度のミクロンスケールの微小物を操作、接合、加工することは、精度を高めるための複雑なプロセスを必要とするため、非常に困難であった。また、電子ビームやレーザービームを用いることによる微小物の加工方法は、真空雰囲気中において加工作業を行わなければならないため、作業条件に制限があり、加工装置も複雑なものになるという欠点があった。さらにまた、操作、接合、加工の作業は、各作業専用の方法により、別々の装置において行われるために、全ての作業を行って微小部品を作製するには多大な時間を必要とし、作製システム全体も複雑で大きなものとなるという問題点があった。

【0004】この発明は、以上のような従来技術の欠点を解決するために創案されたものであり、金属微小物を操作、接合・溶接、加工することにより微小部品・微小構造物を作製することが、大気雰囲気中または不活性雰囲気中においても簡便に精度良く可能とされる、新しい方法を提供することを目的としている。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】この発明は、上記の課題を解決するものとして、マイクロプローブにより金属微小物を操作、接合、加工することにより微小部品・微小構造を作製する方法であって、導体マイクロプローブと導電性基板との間に電圧を印加して発生させた静電気力により金属微小物をマイクロプローブに吸着・保持し、これを所定位置に移動して、マイクロプローブと金属微小物と導電性基板とを接触させた状態において、高電圧を印加してアーク放電を発生させ、このアーク放電により金属微小物を導電性基板またはこれに接続する金属微小物に接合することを特徴とするマイクロプローブによる微小部品・微小構造物の作製方法を提供する。

【0006】また、この発明は、マイクロプローブと導電性基板を離れた状態において、電圧低下防止のために負荷に対し並列に接続した抵抗を有する高電圧電源を用いて、高電圧・低電流による連続的なアーク放電を発生させ、このアーク放電によるスパッタリングにより導電性基板に微小な穴や溝などの微細加工することを特徴とするマイクロプローブによる部品の作製方法も提供する。

【0007】そして、この発明は、上記の作製方法において、金属微小物の操作、接合、加工を同一のマイクロプローブにより行うことを特徴としてもいる。

## 【0008】

【発明の実施の形態】図1は、この発明のマイクロプローブによる微小部品・微小構造物の作製方法の概要を模式図として示したものである。まず図1に沿って説明すると、以下の通りに要約される。

## (a) 対象微小物の選択

マイクロプローブ(1)を対象となる金属微小物(2)の上方に移動する。この時の高電圧直流電源(3)

によるマイクロプローブ(1)と導電性基板(2)との間の印加電圧は0Vである。

(b) 微小物吸着

マイクロプローブ(1)を金属微小物(21)に接触させ、電圧を数十V程度印加する。この印加電圧により静電気が発生し、この静電気力によりマイクロプローブ(1)の先端に金属微小物(21)を吸着する。

(c) 微小物ピックアップ

金属微小物(21)を引き上げ、導電性基板(2)の所定の位置の上方に移動する。この時、金属微小物(21)は、マイクロプローブ(1)との間に働く静電気力によりマイクロプローブ(1)の先端に安定に保持される。

(d) 微小物配置

その導電性基板(2)の所定の位置に金属微小物(21)を接触させ、印加電圧を0Vまたは逆電圧とすることにより配置させる。このようにしてマイクロプローブと導電性基板間の印加電圧を制御することにより容易に金属微小物を操作して、任意の位置に移動、配置することができる。

【0009】図2は、この発明の方法における金属微小物の接合についての模式図を示したものである。この図2に示したように、たとえば上述のように操作されて導電性基板(2)上に配置された金属微小物(21)を、マイクロプローブ(1)と金属微小物(21)と導電性基板(2)とが接触している状態で十kV程度の高電圧を印加して、導電性基板(2)と金属微小物(4)との間に発生させた接触アーク放電(22)により、導電性基板(2)に接合する。この接合が不十分である場合には、マイクロプローブ(1)を金属微小物(21)から離して、印加電圧を数kVとし、これによりマイクロプローブ(1)と金属微小物(21)間に発生する空中アーク放電により、金属微小物(21)の表面と導電性基板(2)の一部を溶かすことにより溶接することができる。また、導電性基板(2)上に金属微小物(21)を接合した後に、この金属微小物(21)の上に、別の金属微小物(21)をマイクロプローブ(1)により移動させて載置し、接触アーク放電によって、金属微小物(21)の相互を接合することもできる。このようにしてマイクロプローブの位置および印加電圧を制御することにより、金属微小物と導電性基板をまたは金属微小物相互を容易に接合することができる。また、金属微小物が酸化性金属である場合には、アルゴンなどの不活性ガスを金属微小物周囲に噴射させ、不活性雰囲気中において接合を行うこともできる。

【0010】図3は、この発明の方法における金属微小物または導電性基板の加工についての模式図を示したものである。マイクロプローブ(1)と上述のように配置・接合された金属微小物(23)との間を数 $\mu\text{m}$ ～数十 $\mu\text{m}$ に離して、印加電圧を数kVとし、これによりマイ

クロプローブ(1)と金属微小物(23)間に発生する空中アーク放電(22)によりスパッタリング現象及び溶融現象を利用して金属微小物(23)の加工箇所を微細加工する。導電性基板を加工する際にも、金属微小物の加工と同様にして微細加工する。このようにして加工幅又は加工直径が数十 $\mu\text{m}$ ～数百 $\mu\text{m}$ 、加工深さが数百 $\mu\text{m}$ 以下の微細加工を金属微小物または導電性基板に行うことができる。また、この加工の際にマイクロプローブ先端に溶融金属が付着するために該マイクロプローブ先端が異形化することを防ぐために、マイクロプローブと加工対象物間に印加する電圧を逆極とすることにより、マイクロプローブ先端に付着した溶融金属を除去することができる。

【0011】上述の金属微小物の操作、接合、加工を同一のシステムにおいて同一のマイクロプローブにより同一の導電性基板上で連続して行う。これにより、システム全体を小型・簡素化することができ、短時間で簡易に微小物の作製を行うことができる。また、この発明の作製方法におけるマイクロプローブを高融点導体とすることにより、アーク放電に伴うマイクロプローブの消耗を少なくさせることができる。

【0012】以下、実施例を示し、さらに詳しくこの発明について説明する。もちろんこの発明は以下の例によって限定されるものではない。

【0013】

【実施例】

実施例1

この発明のマイクロプローブによる部品の作製方法により金属微小物の操作、接合、および導電性基板の加工を行った。図4は、この発明の一実施例であるプローブシステムの構成を例示したものである。この図4に示したプローブシステムは、マイクロプローブ、導電性基板、負荷電力系、マイクロプローブ移動系、試料移動系、光学系により構成されている。高融点導体からなるマイクロプローブ(1)は、直径0.66mm、先端直径2 $\mu\text{m}$ のタングステン針であり、導電性基板(2)は、金板である。マイクロプローブ(1)と該導電性基板(2)間には、負荷電力系として容量 $\pm 10\text{kV}$ 、1mAの高電圧直流電源(3)が接続されている。印加電極はプローブ側に、基板電極は接地(4)した構造となっている。マイクロプローブ(1)には、マイクロプローブ(1)をX軸方向に移動させるX軸ステージ(6)、Y軸方向に移動させるY軸ステージ(5)、Z軸方向に移動させる粗動用Z軸ステージ(7)と微動用Z軸ステージ(8)、マイクロプローブ(1)を回転させる回転ステージ(9)、および回転角度を設定する角度設定ステージ(10)(11)からなるマイクロプローブ移動系が備わっており、このマイクロプローブ移動系によりマイクロプローブ(1)を高精度で容易に導電性基板(2)上を移動させることができる。また、導電性基板

(2)には、導電性基板(2)をX軸方向に移動させるX軸ステージ(12)、Y軸方向に移動させるY軸ステージ(13)、Z軸方向に移動させるZ軸ステージ(14)、導電性基板(2)を回転させる回転ステージ(15)、および導電性基板(2)を固定させる試料固定用ステージ(16)からなる試料移動系が備わっており、この試料移動系により導電性基板(2)を高精度で容易に移動させることができる。試料固定用ステージ(16)はポンプ(17)に接続してもいる。また、金属微小物や作業空間、作業過程を観察するために、顕微鏡(18)(19)、およびモニタ(20)より成る光学系が備わっている。この光学系により金属微小物の操作、接合、および導電性基板の加工過程を観察する。

【0014】図5は、金属微小物の操作過程の観察像を示したものであり、直径60 $\mu$ mの金球を微小物とした場合であって、図5(a)は、対象金属微小物の上へのマイクロプローブの移動、図5(b)は、プローブと基板間に約20Vの電圧を印加しての微小物のマイクロプローブ先端への吸着、図5(c)は、金属微小物の引き上げ及び保持、図5(d)は、別の所定の基板表面位置への金属微小物の移動及び配置を示したものである。

【0015】また、図6は、金属微小物の基板への接合時の、金属微小物と導電性基板との間にアーク放電が生じ加熱されている状態の観察像を、マイクロプローブと金属微小物と導電性基板とが接触した状態での接合として示したものである。プローブと基板間の電圧は約10kV印加している。

#### 実施例2

この発明の方法により微小物の加工を行った。

【0016】図7は、この時の導電性基板を微小物とした場合の加工過程の観察像を例示したものであり、プローブと基板との間を約5~100 $\mu$ m離して、1.4kV、1mAの電力を負荷してアーク放電により加工を行った場合の例である。図7(a)は、加工前を、図7(b)は、アーク放電による加工状態、図7(c)は、約100 $\mu$ mの直径で、深さ数十 $\mu$ mの穴が約7分後に開けられた導電性基板を示したものである。

【0017】このように、同一のシステムにおいて同一のマイクロプローブにより同一の導電性基板上で容易に金属微小物を操作、接合、加工することができる。

#### 実施例3

この発明の方法を用いることにより、直径60 $\mu$ mの金粒子の5連重による粒子タワーを作製した。

【0018】図8は、この過程の観察像を示したものである。高融点導体のマイクロプローブを金粒子に接触させ、マイクロプローブと導電性基板との間の印加電圧を10Vとし、発生する静電気力によりマイクロプローブの先端に金粒子を吸着させ、静電気力によりマイクロプローブの先端に保持されている金粒子を引き上げ、10.0 $\mu$ m厚の金板の所定の位置に移動して接触させ、印加

電圧を-10Vとすることにより配置する。次に、マイクロプローブと金粒子と金板とが接触している状態で10kV、1mAの電圧を印加し、この印加電圧により金板と金粒子間に発生する接触アーク放電により、金粒子と金板を接合する。同様に、金粒子の上に別の別粒子を接合して積み重ねる。

【0019】このようにして金属微小物を縦に配置・接合させることにより粒子タワーを作製した。図8は、作製した粒子タワーを示したものであり、図8(a)は、金粒子1重、図8(b)は、金粒子2重、図8(c)は、金粒子3重、図8(d)は、金粒子4重、そして図8(e)は、金粒子5重の粒子タワー、図8(f)は、その金粒子5重の粒子タワーの立体像を示したものである。

【0020】このように、この発明のマイクロプローブによる部品の作製方法を用いることにより、金粒子のような金属微小物を高精度に操作、接合することができるため、5重粒子タワーのような微細な部品を容易に作製することができる。

#### 実施例3

この発明の方法により、直径60 $\mu$ mの金粒子とニッケル粒子による運動機能を持った微小構造物を作製した。

【0021】まず、図9は、この発明の一実施例である運動機能を持った微小構造物の構成図を例示したものである。この図9に示されるように、この微小構造物は、金粒子(24)の粒子タワーとニッケル粒子(25)の粒子タワーを接合させて成る逆Yのような形状を有しており、この微小構造物を支えている基板の下に交番磁界(26)を与えることにより磁歪材料であるニッケル粒子(25)が伸縮運動を行い、この伸縮運動により微小構造物が往復運動を行う。図10は、この運動機能を持った微小構造物の観察像を示したものである。

【0022】この図9に示される運動機能を持った微小構造物を複数用いることにより、より複雑な形状を有する運動構造物を作製することができる。例えば、図11は、この発明の一実施例である運動機能を持った微小構造物を用いた運動構造物の構成図を示したものである。この図11において、図9に示される運動機能を持った微小構造物を3個、円周上に120°間隔でそれぞれ配置し、それらの微小構造物の上に非磁性材の円板(27)を設置する。下方に交番磁界を与えることにより、微小構造物のニッケル粒子の伸縮運動を行い、この伸縮運動により微小構造物が往復運動を行い、この往復運動により円板(27)が回転運動を行う。

【0023】このように、この発明の方法により、非常に高精度で金属微小物を操作、接合、加工することができる、複雑な構造を持つ微細な構造物を容易に作製することができる。

#### 【0024】

【発明の効果】以上詳しく説明した通り、この発明は、

金属微小物を操作、接合・溶接、加工することを、同一システムにおいて同一マイクロプローブにより同一基板上で、さらには大気雰囲気中または不活性雰囲気中において、精度良く行うことができ、従って、金属微小物や導電性基板などから成る微細な部品を作製することを簡便に安価で行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の方法における金属微小物の吸着・移動に関する操作の模式図である。

【図2】この発明の方法における金属微小物の接合の模式図である。

【図3】この発明の方法における加工の模式図である。

【図4】この発明の一実施例であるプローブシステムの構成図である。

【図5】この発明の方法による金属微小物の吸着・移動の操作過程の観察像を示した図面に代わる写真である。

【図6】この発明の方法による金属微小物の接合過程の観察像を示した図面に代わる写真である。

【図7】この発明の方法による加工過程の観察像を示した図面に代わる写真である。

【図8】この発明の方法による粒子タワー作製過程の観察像を示した図面に代わる写真である。

【図9】この発明の方法により作製される運動機能を持った微小構造物を例示した構成図である。

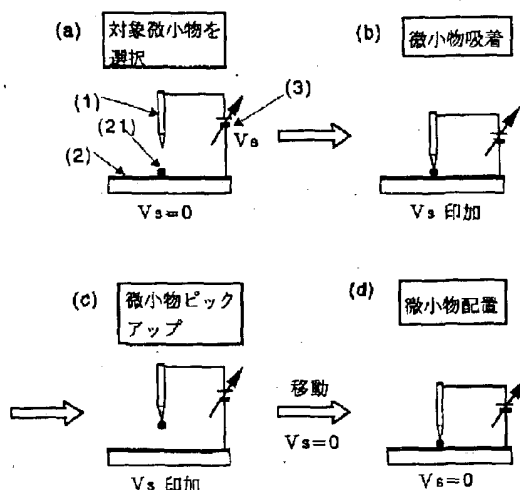
【図10】この発明の一実施例である運動機能を持った微小構造物の図面に代わる写真である。

【図11】この発明の方法により作製される回転運動機能を持った微小構造物を例示した構成図である。

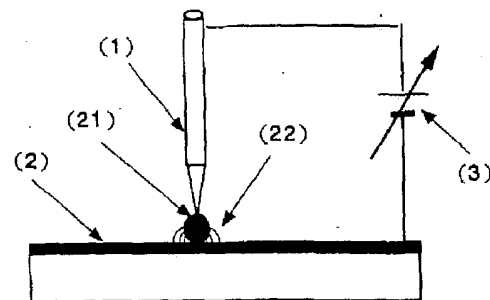
【符号の説明】

- 1 マイクロプローブ
- 2 導電性基板
- 3 高電圧直流電源
- 21, 23 金属微粒子
- 22 アーク放電
- 4 接地
- 5 X軸ステージ
- 6 Y軸ステージ
- 7 粗動用Z軸ステージ
- 8 微動用Z軸ステージ
- 9 回転ステージ
- 10 角度設定ステージ
- 11 角度設定ステージ
- 12 X軸ステージ
- 13 Y軸ステージ
- 14 Z軸ステージ
- 15 回転ステージ
- 16 試料固定用ステージ
- 17 ポンプ
- 18 顕微鏡
- 19 顕微鏡
- 20 モニタ
- 24 金粒子
- 25 ニッケル粒子
- 26 交番磁界発生コイル
- 27 円板

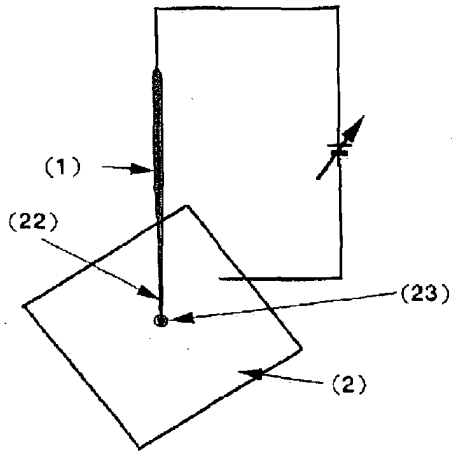
【図1】



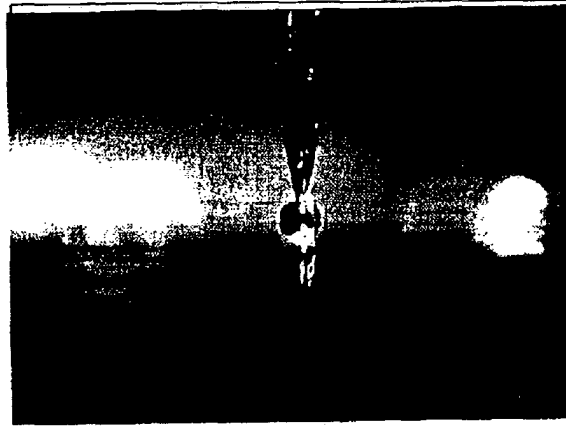
【図2】



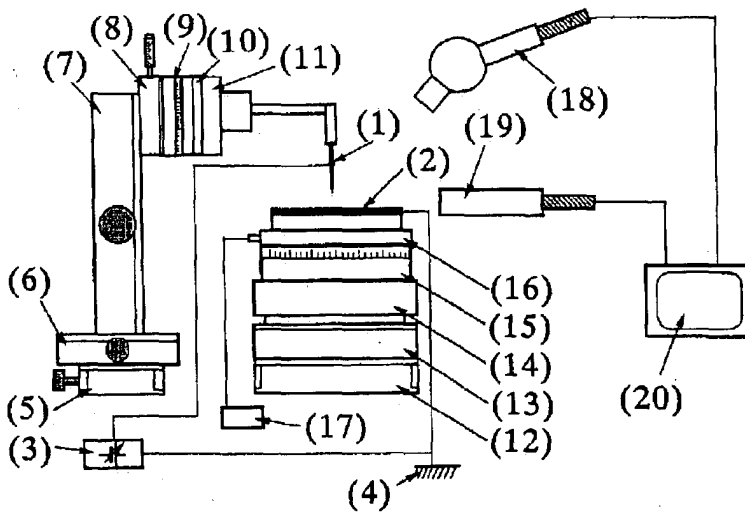
【図3】



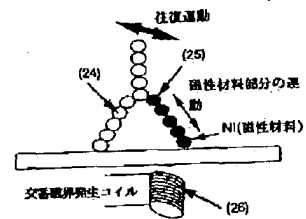
【図6】



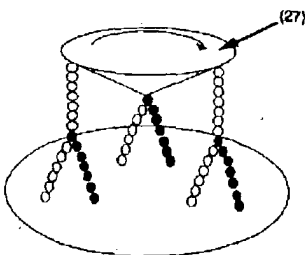
【図4】



【図9】



【図11】



(7)

特開平9-85437

【図5】



(a)



(b)



(c)



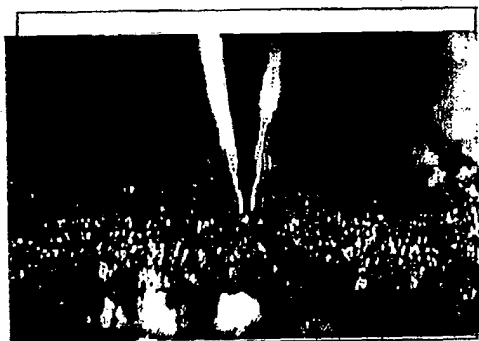
(d)



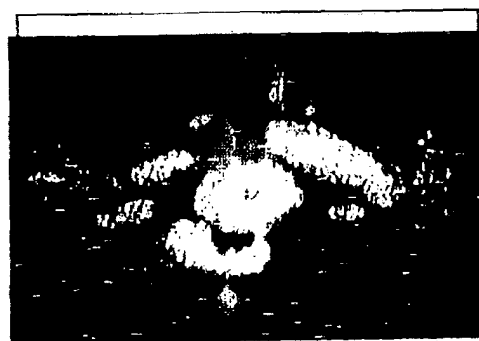
(8)

特開平9-85437

【図7】



(a)

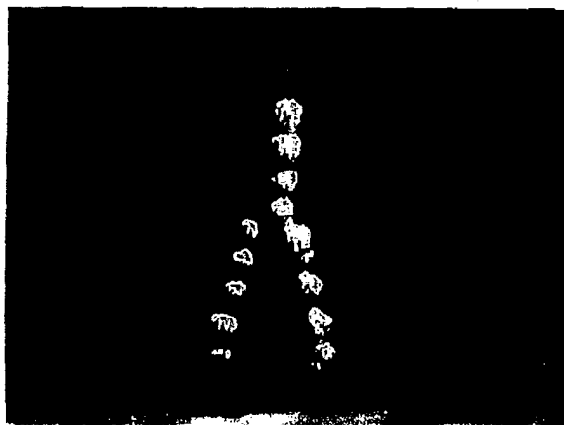


(b)



(c)

【図10】



【図8】

